

## **Halmgutmähen und Halmgutwerben**

Steffen Hanke,  
Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Technische Universität Braunschweig

### **Kurzfassung**

Der Absatz von Mähwerken, Schwadern und Wendern ist auf einem hohen Niveau leicht rückläufig. Der Trend in Richtung schlagkräftigere Maschinen setzt sich weiter fort, wobei das wichtigste Kriterium aus Sicht der NutzerInnen weiterhin die Futterqualität ist. Diese hängt nicht allein von der Einzelmachine, sondern auch vom Zusammenspiel der einzelnen Verfahrensschritte ab. Einige Innovationen wie z.B. ein selbst schärfendes Schneidsystem oder die Kombination von Kamerasystemen zur Wilderkennung wurden vorgestellt. Im Bereich der Grünlandtechnik besteht somit weiter Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

### **Schlüsselwörter**

Mähwerke, Wender, Schwader

## **Mowing and Treatment of Hay**

Steffen Hanke,  
Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, Technische Universität Braunschweig

### **Abstract**

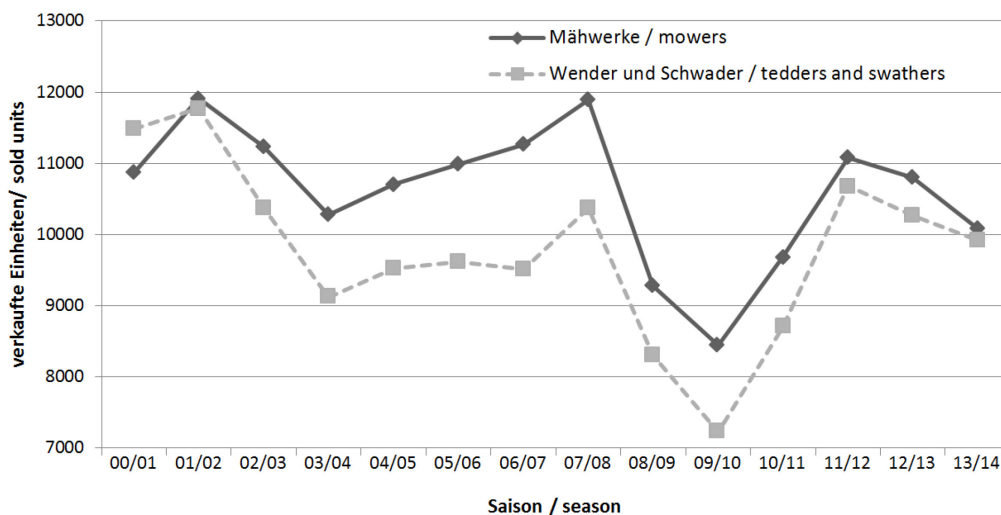
Sales of mowers, tedders and swathers in Germany are at a high level, but there was a slight fall in the last year. The trend is towards efficient machinery, but the most important criterion is feed quality. This does not just depend on a single machine, but also on the interaction of all participating machines in the process chain. Further innovations have been launched, for example self-sharpening cutting system or the combination of different camera systems for a reliable detection of wild animals. There is need for R&D in the area of grassland technology.

### **Keywords**

Mowers, tedders, swathers

## Markt- und landwirtschaftliche Situation

In der Grünfüttererntechnik gibt es nach Jahren mit zweistelligen Zuwachsraten, eine Abschwächung der Marktlage. Die Verkaufszahlen der Mähwerke sanken im Vergleich zum Geschäftsjahr 2012/13 um ca. 7 % auf 10.080 verkaufte Exemplare, wohingegen die Wender und Schwader einen Rückgang um ca. 4 % auf 9.913 Stück verzeichneten (**Bild 1**). Für das nächste Jahr wird von einer Stabilisierung des Marktes ausgegangen. Aufgrund des Wegfalls der europäischen Milchquote geht der VDMA von einer zurückhaltenden Investitionsplanung aus. Das Ergebnis einer Umfrage zum zukünftigen Marktanteil von Schwadern zeigt einen Rückgang der Arbeitsbreiten unter 5 m von 25 % auf 5 % und oberhalb der 9 m eine Steigerung von ca. 12 % auf ca. 25 % auf. Zwischen diesen beiden Werten gibt es eine stärkere Ausprägung beim Absatz in Richtung 9 m Schwader [1 bis 3].



**Bild 1:** Verkaufszahlen in Deutschland von Mähwerken, Wendern und Schwadern erstellt nach [1]  
**Figure 1:** Sales of mowers, tedders and swathers in Germany according to [1]

Neben den bekannten Herstellern, die als Full- oder Long-Liner angesehen werden können, tritt die Firma Kubota über die Marken der Kvernelandgroup als Hersteller von Futtererntemaschinen auf dem europäischen Markt in Erscheinung. In den USA werden diese Produkte auch unter der Marke Kubota angeboten. In Deutschland erhält der Hersteller Samasz durch die Partnerschaft mit der Firma Saphir Rückenwind beim Vertrieb und bei der Ersatzteilversorgung [4 bis 6].

Der Markt für Biolebensmittel wächst sowohl in den USA als auch in Europa. Mit 38 Mio. ha biologisch bewirtschafteter landwirtschaftlicher Fläche im Jahr 2012 hat sich die Anbaufläche seit 1999 mehr als verdreifacht. Rund zwei Drittel der Gesamtfläche dienen als Grünland oder Weidefläche. Die größten Flächen befinden sich in Australien und Neuseeland (12 Mio. ha), Europa (11 Mio. ha) und Lateinamerika (7 Mio. ha). Bioanbau kann derzeit jedoch noch als Nischenmarkt bezeichnet werden und ist den wohlhabenden Ländern der EU oder Nordamerika vorbehalten [7].

## **Belastungen und abzuleitende Anforderungen seitens der NutzerInnen**

### *Belastungen*

Arbeitszeitspitzen sind in der Landwirtschaft ein bekanntes Thema und sehr stark wetterabhängig. Aus Diskussionen auf der BLU-Fachtagung in Melle geht hervor, dass die Lohnunternehmer unter entspannten Erntebedingungen einen Arbeitstag mit Arbeitszeiten von 6 – 20 Uhr verstehen. Die Lohnunternehmer sind bemüht, einen Zweischichtbetrieb in ihren Betrieben zu organisieren, was nicht immer gelingt. Neben festen MitarbeiterInnen arbeiten sehr viele Aushilfen bei den Lohnunternehmern, sodass dort unter Umständen ein Verhältnis 1:1 (feste MitarbeiterInnen : Aushilfen) entstehen kann. Die Überstunden können in der Hochsaison zwischen 200 und 400 Stunden liegen. Überwiegend findet eine Vorabplanung des Nachfolgetages statt, sodass die FahrerInnen am Abend vorher wissen, was auf sie am nächsten Tag zukommt [8].

### *Anforderungen seitens der NutzerInnen*

In einer Umfrage, durchgeführt von der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, wurden 7000 TeilnehmerInnen zu den wichtigsten Anforderungen an die Grünlandtechnik befragt. Die entscheidenden Faktoren sind eine minimale Futterschmutzung (78 % d. Befragten) sowie die hohe Schlagkraft der Maschinen (14 % d. Befragten). Das Futterschmutzungsproblem wird dabei auf die Maschinen Schwader und Mähwerk zurückgeführt. Zur Reduktion der Futterschmutzung tragen eine sorgsame Zinkeneinstellung des Schwaders, eine gründliche Grünlandpflege und eine Schnitthöhe oberhalb 6 cm bei. Die Arbeitsqualität hängt nicht allein von der Einstellung der Einzelmaschine ab, sondern wie die Maschinen Mäher, Wender und Schwader zueinander abgestimmt sind. Dabei ist zu beachten, dass die LandwirtInnen selbst das Mähen übernehmen wollen, weiterführende Arbeiten wie Schwaden oder Häckseln aber auf Lohn durchgeführt werden sollen. Der Engpass in der Grünlanderntekette liegt beim Zeten. Dieser Sachverhalt wurde u.a. auf der VDI Tagung "Landtechnik für Profis" diskutiert. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Zuverlässigkeit der Maschinen, die auch bei jährlichen Flächenleistungen von mehr als 5.000 ha eingefordert wird. Es dürfen keine Ausfallzeiten auftreten, wodurch die Qualität des Gutes negativ beeinflusst wird oder zusätzliche Kosten entstehen. Aus einem Praxistest von Wendern geht hervor, dass diese überwiegend gut funktionieren. Die größten Kritikpunkte waren hierbei die Grenzstreueinrichtung und die Vorgewendeposition der Maschinen, mit der man in alle Ecken auf dem Schlag manövrieren können sollte [3; 4; 9 bis 12].

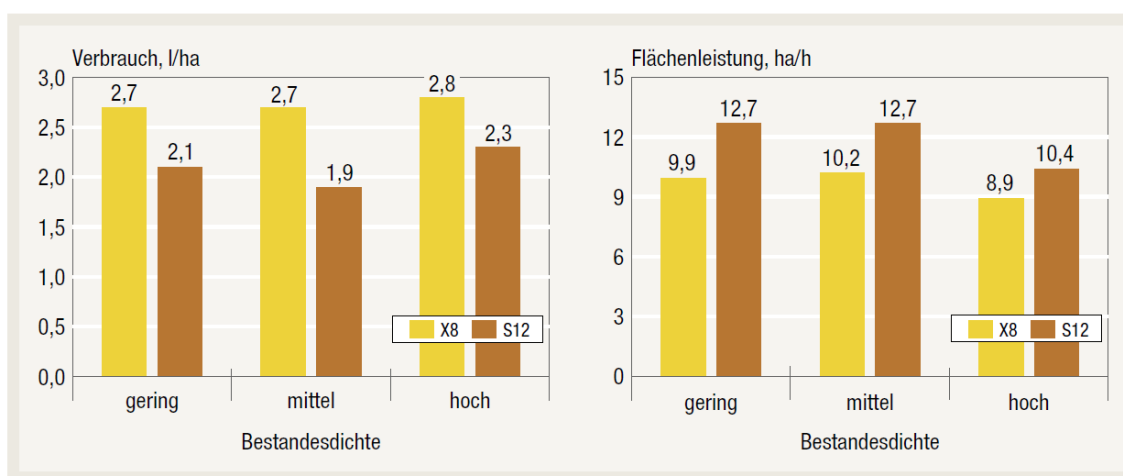
## **Einsatzbereite Neuvorstellungen sowie Entwicklungs- und Forschungsthemen**

### *Einsatzbereite Neuvorstellungen - Halmgutmähen*

Fella konnte mit dem SM 3065 und 3575 Trans neue gezogene Scheibenmähwerke zeigen, bei dem das Hauptaugenmerk auf einer hohen Aushubhöhe für problemloses Wenden im Vorgewende und eine mittig angelenkte Deichsel gelegt wurde. Dadurch ist ein Mähen in Hanglagen und bei Schichtlinienarbeit möglich. Von der Firma Claas wurden Mähbalken mit dem Namen "Max Cut" vorgestellt. Die besondere Formgebung gewährleistet einen stö-

rungsfreien Gutfluss und einen sauberen Schnitt. Durch einen sogenannten "Tunneleffekt" soll die Selbstreinigung verbessert und eine Futterverschmutzung verringert werden. Die Zwischenstücke zwischen den Mähscheiben wurden zur Verbesserung der Schnittqualität angepasst [13 bis 16].

Das auf der Agritechnica 2013 vorgestellte Novacat S12 von Pöttinger wurde hinsichtlich der Flächenleistung und dem Kraftstoffverbrauch einem Praxistest unterzogen. Es gab Versuchsfahrten mit einem 8,20 m und 11,2 m breiten Mähwerk, um die Auswirkungen der Erhöhung der Arbeitsbreite zu analysieren. Die Versuche wurden mit zwei baugleichen Case IH Puma 160 CVX durchgeführt. Dabei konnte eine Steigerung der Flächenleistung zwischen 16 % und 28 % bei gleichzeitiger Reduktion des Kraftstoffverbrauchs zwischen 18 % und 30 % je nach Bestandsdichte festgestellt werden (**Bild 2**) [17].



**Bild 2:** Systemvergleich eines 8,2 m und 11,2 m Mähwerkes [17]

**Figure 2:** System comparison between 8.2 m and 11.2 m mower [17]

#### *Einsatzbereite Neuvorstellungen - Halmgutwerben*

Einen Weg zur Optimierung der Gesamtarbeitszeit beim Verfahrensschritt Schwaden geht Vicon (Kvernelandgroup) mit Schwadern mit Namenszusatz "Hydro". Die Rüstzeiten sollen durch ein hydraulisch absenkbares Fahrwerk reduziert werden. Beim Umsetzen entfällt das Abklappen bzw. -bauen der Zinkenarme, was einen positiven Einfluss auf die Rüst- und Gesamtarbeitszeit sowie auf den Kraftstoffverbrauch (reduzierte Leerlaufzeit) hat. Einen Schwader nach ähnlichem Ansatz stellte das Unternehmen Claas vor [18; 13].

Für Schwader gibt es vermehrt Angebote, bei denen anstelle von Kreislern zum Zusammenführen des Gutes eine Kombination aus Pick-Up und Querförderband zum Einsatz kommen. Diese sogenannten Merger oder Bandschwader werden z.B. von Sigma4 (**Bild 3**) oder Kuhn angeboten. Dabei können sie mit geringen Verlusten punkten und das Gut wahlweise mittig, rechts, links oder beidseitig ablegen. Dabei beträgt die Arbeitsbreite bis zu 9,1 m. Bei der Weiterentwicklung von Kuhn standen die steigenden Futterdichten im Vordergrund, wie sie z.B. beim Schwaden von Grünroggen oder Sorghum vorkommen [19; 20].



**Bild 3:** Bandschwader mit Pick-Up und Querförderband [19]

**Figure 3:** Windrow mergers with pick up and cross conveyor [19]

Die Komfortansprüche der Kunden steigen weiterhin. So können sich die NutzerInnen nach Ansicht des VDMA in den nächsten Jahren auf universell einsetzbare ISOBUS-Terminals und mobile Endgeräte einstellen. Diese vernetzten Bedienelemente sind für einen ressourcenschonenden und präzisen Futterernteprozess bedeutend [1].

#### *Entwicklungs- und Forschungsthemen - Halmgutmähen*

Von der Fachhochschule Schmalkalden wurde ein neuartiges Messer konzipiert. Es soll ein generatives Fertigungsverfahren zum Einsatz kommen, bei dem diskrete Einzelschichten nacheinander aufgetragen werden, um einen Volumenkörper herzustellen. Beim zu entwickelnden Mehrschichtverbundkörper werden gezielt bei einem bestimmten Verschleißgrad Schichten abgetragen, sodass eine neue scharfe Klinge zur Verfügung steht. Zur Umsetzung eines solchen selbst schärfenden Schneidsystems sollen weitere Grundlagenuntersuchungen durchgeführt werden [21].

Auf der Grassland & Muck in Großbritannien konnte eine selbstfahrende unbemannte Mähmaschine gezeigt werden. Diese wurde im Rahmen eines 2-jährigen EU-Projektes entwickelt und besteht aus folgenden Baugruppen: Raupenfahrwerk, Antriebseinheit und in der Front angebautes Mähwerk (**Bild 4**). Einsatzgebiete sind besonders nasse und tiefgründige Unterböden. Der Selbstfahrer kann sowohl mittels Fernsteuerung als auch mit GPS-Unterstützung, bei der die Abgrenzung vorgegeben und die Fahrlinie berechnet wird, gefahren werden. Nach Ansicht der Entwickler kann mit einer solchen Maschine mit einem Eigengewicht von 3.000 kg einer zunehmenden Verdichtung des Bodens durch die derzeit eingesetzten schweren Maschinen entgegengewirkt werden. Das Projekt wird von Kongskilde sowie der Aarhus University und der University of Southern Denmark bearbeitet [22; 23].





**Bild 4:** Von Kongskilde vorgestellte selbstfahrende unbemannte Mähmaschine [22]

**Figure 4:** Kongskilde exhibits unmanned Grassbots self-propelled mower [22]

Neben Bodenverdichtungen ist der Tierschutz ein weiteres aktuelles Thema bei der Grünfuternte. Da Wildtiere beim Mähen verletzt oder getötet werden, arbeiten die Jade Hochschule und die Firma Krone zusammen an Kamerasystemen zur Wilderkennung. Dabei sollen die Signale einer Thermalkamera und eines Spektrometers fusioniert werden, um Tiere zu erkennen. Die Einzelsysteme wurden getestet, sind zur Wilderkennung jedoch ungeeignet. Die ersten Versuche mit beiden fusionierten Systemen zeigten jedoch erfolgversprechende Ergebnisse. In einem Forschungsprojekt der BLE wird ein 4-stufiger Ansatz (Suchen-Markieren-Wiederfinden-Retten) zur Rettung von Rehkitzen verfolgt. Die Rehkitze werden mittels eines Multikoptersystems aufgesucht und anschließend durch einen Wildretter mit einem Transponder markiert. Vor der Mahd sollen die Rehkitze wiedergefunden und aus dem zu mähendem Bereich heraus getragen werden [24; 25].

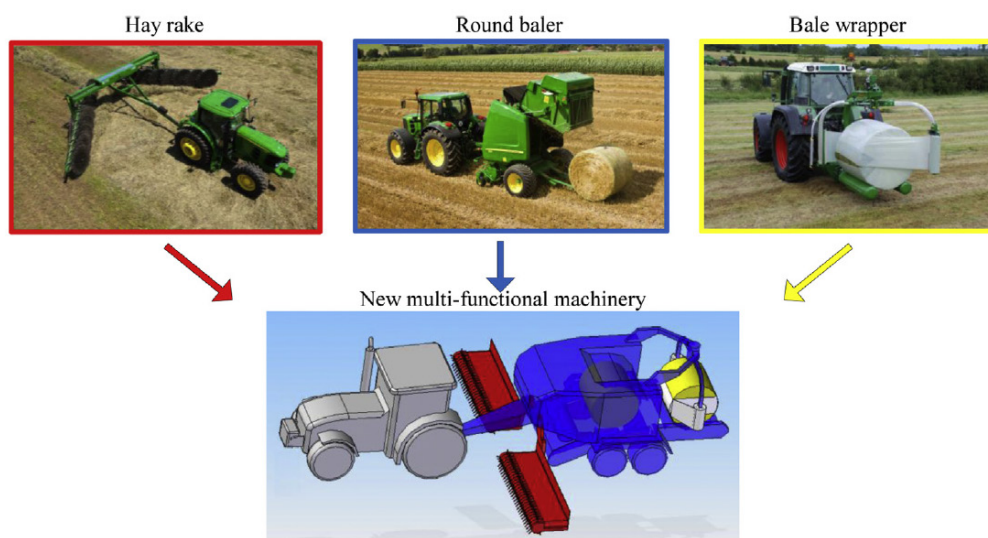
#### *Entwicklungs- und Forschungsthemen - Halmgutwerben*

Zur Simulation von Halmgutprozessen mittels der Diskreten Elemente Methode DEM, wurden von der Firma Claas verschiedene Beispiele auf der VDI-Tagung Landtechnik in Berlin vorgestellt. Bei dieser Art der Simulation werden Bindungen zwischen Partikeln definiert und über Bindungsmodelle können Kräfte und Drehmomente für alle Raumrichtungen zu jedem Zeitpunkt eines Halmes berechnet werden. Für die Beispielmachine Schwader konnte der Gutfluss und die Durchmischung der Halme dargestellt werden. DEM ist ein zunehmend wichtiges Forschungsthema an den Forschungseinrichtungen der TU Braunschweig, Universität Hohenheim, TU Dresden sowie FH Köln und Düsseldorf [26 bis 30].

Ein Demonstrator eines elektrifizierten Schwaders wurde vom Unternehmen Claas vorgestellt. Dabei sollen neue Funktionen realisiert und die Schlagkraft erhöht werden. Der Schwader wurde mit insgesamt 6 permanenterregten Synchronmaschinen direkt an den

Schwadgetrieben ausgestattet. Aus bauraumtechnischen Gründen wurden je eine Synchronmaschine an den äußeren und je zwei Synchronmaschinen an den inneren Kreislern verbaut. Die Bereitstellung der Energie erfolgte bei den Feldtests zum einen vom elektrifizierten Traktor und zum anderen von einem zugekauften Frontzapfwellengenerator. Die ersten Feldtests im Jahr 2014 bestätigten die Tauglichkeit und die funktionale Sicherheit des Schwaders. Weiterhin konnte Potential in einer Steigerung der Futterqualität und Entlastung des Fahrers identifiziert werden [31].

Für die Grünfüttererntekette wird ein Kombinationskonzept bestehend aus den drei Einzelschritten Schwaden, Pressen, Wickeln vorgeschlagen. Hierzu wurde in einer Studie ein Versuchsträger entwickelt (**Bild 5**), der die Einzelmaschinen Schwader, Ballenpresse und -wickler beinhaltet. Beim Vergleich der Einzelmaschinen und der "Multi-Funktionalmaschine" wurde eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs um 32 % festgestellt [32].



**Bild 5:** Multi-Funktionalmaschine [32]

**Figure 5:** New multi-functional machinery [32]

## Zusammenfassung

Der Absatz von Mähwerken und Schwadern/Wendern ist mit ca. je 10.000 verkauften Einheiten auf einem hohen Niveau. Auf Tagungen und in Diskussionsrunden wurden Belastungen und Anforderungen seitens der Nutzer diskutiert. Als wichtigstes Anforderungskriterium für die Grünlandtechnik wird die Futterverschmutzung angeführt.

Mehrere Innovationen aus Industrie und Forschung wurden im vergangenen Jahr vorgestellt. Dazu gehören z.B. ein selbstschärfendes Schneidsystem, die Kombination von Kamerasystemen zur Wilderkennung oder Fortschritte bei der Simulation von Halmgutprozessen. Die Nutzer können sich in den nächsten Jahren in der Praxisanwendung auf universell einsetzbare ISOBUS-Terminals und Endgeräte einstellen, wodurch es zu einer Reduzierung der Belastung des Nutzers kommt. Weiterhin wird an kraftstoffreduzierenden Maßnahmen gearbeitet [1; 4].

## **Literatur**

- [1] VDMA (Hg.) 2014: Wirtschaftsbericht 2014. Landtechnik. Frankfurt am Main.
- [2] VDMA: Futtererntetechnik ist weniger nachgefragt. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, (2014). <http://agrartechnik.agrarheute.com/vdma-futtererntetechnik-ist-weniger-nachgefragt>, Zugriff am 03.12.2014.
- [3] Wilmer, H.: Umfrage Schwadertechnik. profi, (2014), H. 2, S. 72–74.
- [4] Rath-Kampe, J.: Stabile Entwicklung. Markt für Grünfüttererntemaschinen. Agrartechnik, (2014), H. 3, S. 18–21.
- [5] Scott, J.: Kubota Introduces Round Balers, (2014). [http://www.agriculture.com/products-classifieds/product-news/machinery-and-equipment/hay-and-forage-equipment/kubota-introduces-round-balers\\_380-ar45711](http://www.agriculture.com/products-classifieds/product-news/machinery-and-equipment/hay-and-forage-equipment/kubota-introduces-round-balers_380-ar45711), Zugriff am 03.12.2014.
- [6] Gretzmeier, F.: Samasz GigaCut Mähkombination im Test. Agrartechnik, (2014), H. 8, S. 52–53.
- [7] Wolf, M.: "Bio" ist Grünland, nicht Getreide. DLG Mitteilungen, (2014), H. 12, S. 56–58.
- [8] Dörpmund, H.-G.: Diskussion: Arbeitsdruck in der Saison. Lohnunternehmen, (2014), H. 5, S. 12–15.
- [9] Bensing, T.: Blattwender. Sechs Zettwender im profi-Vergleichstest - Teil 1. profi, (2014), H. 11, S. 20–25.
- [10] Gerighausen, H.-G.: Gründland: Grasernte - eine Frage der Einstellung. top agrar, (2014), H. 5, S. 98–101.
- [11] Schlauß, M.: LU-Umfrage: Grünfütterernte 2014. Lohnunternehmen, (2014), H. 5, S. 16–23.
- [12] DLG e.V. (Hg.) 2014: DLG Landwirtschaft Test. Frankfurt /M., DLG-Verlag GmbH.
- [13] Lützen, B. A.: Claas. Neues in Grün. Lohnunternehmen, (2014), H. 8, S. 71.
- [14] Brüse, C.: Feine Technik, elegante Bedienung. Claas Heckmähwerk Disco 9200 Business. profi, (2014), H. 11, S. 46–48.
- [15] -, -: Neue DISCO Generation: Gutes noch besser gemacht. In: Trends 04.14. Praxis-Informationen für Landwirtschaft und Lohnunternehmen, Hg. CLAAS Vertriebsgesellschaft mbH, S. 16–17.
- [16] Fella: Zum Mähen große Flächen. Gezogene Scheibenmähwerke SM 3065 Trans und SM 3575. Eilbote, (2014), H. 8, S. 25.
- [17] Berning, F.: top agrar-Systemvergleich: Was bringt mehr Breite? top agrar, (2014), H. 5, S. 126–27.
- [18] Brüse, C.: Vicon Mittelschwader Andex 904 Hydro. profi, (2014), H. 9, S. 38–39.
- [19] -, -: Mittig oder seitlich. top agrar, (2014), H. 12, S. 71.
- [20] -, -: Schwader mit Förderband. Neuheit Kuhn. dlz - agrarmagazin, (2014), H. 12, S. 79.



- [21] Kißling, A.; Beneke, F.: Beeinflussung von Schnittqualität und Messerverschleiß durch ein neuartiges Messerkonzept mittels additiver Fertigungsverfahren. 72. Tagung Land.Technik, 19. und 20.11.2014, Berlin, S. 507–512, 2014.
- [22] Cousins, D.: Grassland & Muck 2014: Kongskilde exhibits unmanned Grassbots self-propelled mower - Farmers Weekly, (2014). <http://www.fwi.co.uk/machinery/grassland-muck-2014-kongskilde-exhibits-unmanned-grassbots-self-propelled-mower.htm>, Zugriff am 16.12.2014.
- [23] FroboMind Robot:GrassBots.  
[http://www.frobomind.org/index.php/FroboMind\\_Robot:GrassBots](http://www.frobomind.org/index.php/FroboMind_Robot:GrassBots), Zugriff am 25.02.2015.
- [24] Berghaus, A.; Schniederbruns, B.; Luhmann, T.; Piechel, J.; Schwäke, D.: Multispektrale Objekterfassung durch Fusion verschiedener Kamerasysteme. Einsatz von fusionierenden Kamerasystemen zur Wilderkennung bei der Grünfütterernte. 72. Tagung Land.Technik, 19. und 20.11.2014, Berlin, S. 47–52, 2014.
- [25] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hg.) 2014: Innovationstage 2014. Neue Ideen für den Markt.
- [26] Kajtar, P.; Loebe, S.: Diskrete Element Simulation von Halmgut. 72. Tagung Land.Technik, 19. und 20.11.2014, Berlin, S. 59–64, 2014.
- [27] Korn, C.; Herlitzius, T.: Strömungssimulation als Entwicklungswerkzeug in der Mähdruschtechnik. Potenzial, numerische Verfahren und Validierung. 72. Tagung Land.Technik, 19. und 20.11.2014, Berlin, S. 65–73, 2014.
- [28] Sümening, F.; Kemper, S.; Frerichs, L.; Wegener, J. K.: Simulation des Zerkleinerungsprozesses im Schneckenhacker mittels Diskrete Elemente Methode. 72. Tagung Land.Technik, 19. und 20.11.2014, Berlin, S. 75–82, 2014.
- [29] Pförtner, J.; Böttinger, S.: Validierungsstrategie für DEM-Modelle von Mähdrescherbaugruppen. In: VDI-MEG Kolloquium Landtechnik, S. 27–32, 2013.
- [30] Kemper, S.; Lang, T.; Frerichs, L.: Investigations and DEM-Simulation of disc mowers. In: International Commission of Agricultural, 18th World Congress of CIGR, Beijing, China, 2014.
- [31] Tetzlaff, S.: Konzept und Erprobung des elektrischen Antriebsstranges eines Großflächenschwaders. Concept and testing of the electric drive train of a swather. 72. Tagung Land.Technik, 19. und 20.11.2014, Berlin, S. 145–150, 2014.
- [32] Bortolini, M.; Cascini, A.; Gamberi, M.; Mora, C.; Regattieri, A.: Sustainable design and life cycle assessment of an innovative multi-functional haymaking agricultural machinery, (2014). <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.054>.

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 23.02.2015

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Hanke, Steffen: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2014. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2015. S. 1-10

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055063>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/196.html>